

스트랩다운 관성항법시스템 고속 항법컴퓨터 설계와 구현

Design & Implementation of a High-Speed Navigation Computer for Strapdown INS

. 김 광 진*, 최 창 수**, 이 태 규***

* 국방과학연구소(Tel : 042-821-4460; Fax : 042-821-2225; E-mail : secret@sunam.kreonet.re.kr)

** NAVICOM(Tel : 042-483-4072; Fax : 042-483-4074 ; E-mail: cschoi@navicom.co.kr)

*** 국방과학연구소(Tel : 042-821-4460; Fax : 042-821-2225; E-mail : tglee@sunam.kreonet.re.kr)

Abstract : This paper describes the design and implementation of a high-speed navigation computer to achieve precision navigation performance with Strapdown INS. The navigation computer inputs are velocity and angular increment data from the ISA at the signal of the 2404Hz interrupt and performs the removal of gyro block motion and the compensation of high dynamic errors at the 200Hz. For high-speed and high-accuracy, the computer consists of the 68040 micro-processor, 128k Memories, FPGAs, and so on. We show that the computer satisfies the required performance by In-Run navigation tests.

Keywords : SDINS, Gyro, Navigation Computer, Interrupts, In-Run tests

1. 서론

가속도계와 자이로가 항체에 직접 부착되어 있는 스트랩다운 관성항법시스템(Strapdown Inertial Navigation System-SDINS)은 장착된 가속도계가 동체좌표계에 대한 가속도를 측정하고 있으므로 기준좌표계에 대한 항체의 현재 위치를 계산하기 위하여 두 좌표계 사이의 방향 정보가 필요하며 이를 위하여 자이로를 사용한다[1]. 링레이저 자이로는 Sagnac 간섭계의 원리를 이용하여 서로 반대방향으로 진행하는 빛의 진동수가 회전에 의하여 분리되는 현상을 이용하는 광학 센서이다[2]. 링레이저 자이로는 넓은 범위의 동적 운동을 측정할 수 있으며 디지털 출력과 높은 정확도를 가지면서도 기계식 자이로가 가지는 가속도에 의한 오차 성분이 없는 것으로 알려져 있다[3],[4]. 또한 김블형 관성항법시스템과 비교하여 저가이면서 소형이므로 링레이저 자이로를 이용하는 스트랩다운 관성항법시스템은 1982년부터 군용 및 상용 항법시스템으로 다양한 분야에 사용되고 있다[3],[5].

스트랩다운 관성항법시스템의 항법 알고리즘은 항체에 발생하는 급격한 동적 환경에서도 항체의 자세, 속도 및 위치 정보를 연속적으로 정확하게 계산하여야 한다. 이를 위하여 항체의 자세와 속도에 가장 큰 비교환 오차를 유발하는 고주파수 성분의 원추 운동 및 스칼링 운동등을 이용하여 자세 및 속도 계산 알고리즘을 구성한다. 즉 이러한 고주파수 성분의 운동이 발생하였을 때의 항법오차가 최소화 되도록 자세 및 속도 계산 주기에서 샘플링 된 자이로와 가속도계 출력을 이용하여 항체의 운동 주파수 보다 빠른 속도로 자세 및 속도를 계산한다[6],[7]. 빠른 속도로 계산된 자세 및 속도 정보는 상대적으로 느린 속도로 현재 위치나 지구 관련 상수등의 항법정보를 계산하는데 사용되며 이러한 알고리즘 구조를 multirate 알고리즘이라 한다.

링레이저 자이로는 Lock-In 현상을 제거하기 위하여 일반적인 고주파수 운동 보다 높은 주파수를 이용하여 Dithering 운동을 수행한다[2]. Dither에 의하여 발생하는 자이로의 오차를 제거하기 위하여 Dither stripping, Dither trapping, 디지털 필터링 기법등이 사용되고 있다[4]. 디지털 필터링 기법의 경우에는 설계된 필터의 계수들이 항법컴퓨터의 메모리에 저장되므로 이 계수들을 변화시킴으로써 자이로의 대역폭과 노이즈 특성을 쉽게 변환할 수 있는 장점으로 인하여 현재 많이 사용되어지고 있다[4].

앞에서 설명한 디지털 필터링 기법을 구현하기 위해서는 링레이저 자이로의 Dither 주파수보다 빠른 속도로 자이로 출력을 샘플링 하여야 한다[4]. 또한 multirate로 수행되는 항법시스템의 자세 및 속도 계산 알고리즘이 보다 더 우수한 성능을 가지기 위해서는 계산 주기에서의 샘플링 데이터가 증가하여야 한다[8],[9] 이를 위해서는 Dither 주파수보다 빠른 속도로 센서 데이터를 획득하고 처리할 수 있는 고속의 항법컴퓨터가 필요하다.

본 논문에서는 링레이저 자이로 시스템에 적합한 고속 항법컴퓨터를 설계하고 항법 알고리즘을 구현하여 실시간 시험을 수행한다. 고속 항법컴퓨터를 구현하기 위하여 68040 마이크로 프로세서와 128Kx32bit 메모리를 사용하며 고속의 인터럽트 회로를 구성하기 위하여 FPGA 소자를 이용한다. 설계된 항법컴퓨터는 Dither에 의한 오차를 보상하기 위하여 2404Hz로 자이로 및 가속도계 센서 출력을 획득하며 고주파수 성분의 동적 운동을 계산하기 위하여 200Hz로 자세 및 속도계산 알고리즘을 수행한다. 그리고 실시간 시험을 통하여 설계된 항법컴퓨터가 요구 성능을 만족함을 보인다. 설계된 항법컴퓨터는 링레이저 자이로 관성항법시스템뿐만 아니라 일반적인 항법시스템에도 적용할 수 있을 것이다.

2. 항법컴퓨터 설계

스트랩다운 관성항법시스템은 그림 1과 같이 자이로와 가속도계의 ISA(Inertial Sensor Assembly)와 각각의 센서를 제어하는 전자회로부 그리고 전자회로부, CDU(Control Display Units), GPS와 통신 및 항법알고리즘을 수행하는 항법컴퓨터로 구성된다.

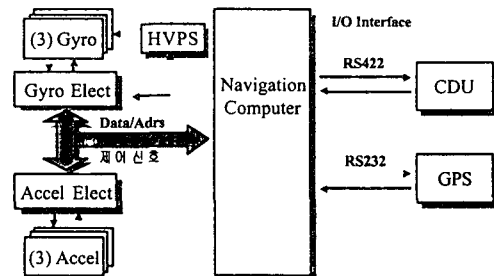


그림 1. 스트랩다운 관성항법시스템 구성도
Fig.1. Simplified Block Diagram of the Strapdown INS